

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-149893

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 5/055			A 6 1 B 5/05	3 3 1
F 2 5 D 3/10			F 2 5 D 3/10	A
G 0 1 R 33/3815			G 0 1 N 24/06	5 1 0 D
H 0 1 F 6/04	Z A A		H 0 1 F 7/22	Z A A G

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-249466

(22) 出願日 平成8年(1996)9月20日

(31) 優先権主張番号 特願平7-250411

(32) 優先日 平7(1995)9月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 荒岡 勝政

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 岡田 秀彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

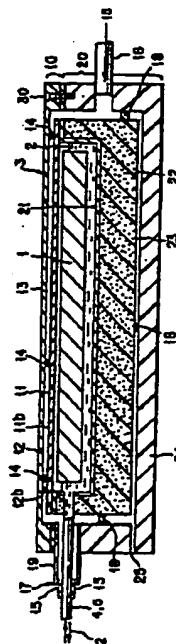
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 低温容器およびそれを用いた磁気共鳴映像装置

(57) 【要約】

【課題】 表面温度を制御可能な低温容器およびそれを用いた磁気共鳴映像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 超電導コイル1および冷媒2を収容するための内側容器11、21と、この内側容器と微小空間13、23を隔てて該内側容器を覆うように設けられた外側容器12、24と、微小空間に所定温度範囲のガス15を通流させ、外側容器の表面温度を所定の温度範囲に保持するためのガス供給システム18とを備えた低温容器およびこの低温容器を被検体の寝台として用いた磁気共鳴映像装置であり、低温容器の表面は常温近傍に保持され、水滴、霜が発生せず、磁気共鳴映像装置に適用した場合にも被検体に不快感を与えることがない。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】超電導機器およびこの超電導機器を冷却する冷媒を収容するための内側容器と、この内側容器と微小空間を隔てて該内側容器を覆うように設けられた外側容器と、

前記微小空間に所定温度範囲の流体を通流させ、前記外側容器の表面温度を所定の温度範囲に保持するための流体供給手段とを備えたことを特徴とする低温容器。

【請求項 2】前記流体供給手段は、前記流体の温度および流量を制御可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の低温容器。

【請求項 3】一様な静磁場中に置かれた被検体に高周波磁場および勾配磁場を所定のパルスシーケンスにしたがって印加し、前記被検体からの磁気共鳴信号を検出して映像化する磁気共鳴映像装置において、前記高周波磁場を印加するための超電導コイルおよびこの超電導コイルを冷却する手段を収容するための内側容器と、この内側容器と微小空間を隔てて該内側容器を覆うように設けられた外側容器と、

前記微小空間に所定温度範囲の流体を通流させ、前記外側容器の表面温度を所定の温度範囲に保持するための流体供給手段とを備えたことを特徴とする磁気共鳴映像装置。

【請求項 4】前記内側容器および前記外側容器を非金属材料から構成したことを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

【請求項 5】前記内側容器を繊維強化プラスチックで一体成形して構成したことを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

【請求項 6】前記流体供給手段は、前記流体の温度および流量を制御可能に構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

【請求項 7】前記超電導コイルを冷却する手段として冷媒を用い、前記冷媒の供給および回収手段を設けたことを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

【請求項 8】前記冷媒の供給および回収手段は、三重同心管状に形成され、最内管は前記内側容器内部に形成された前記冷媒のガス空間に接続して冷媒入口、その外側の管は前記冷媒ガス空間に接続して冷媒出口、最外管は前記微小空間に接続して流体の排出口としてそれぞれ構成したことを特徴とする請求項 7 に記載の磁気共鳴映像装置。

【請求項 9】前記微小空間の大気側面は熱伝達を促進するような凹凸形状に形成し、反対側面は滑らかに形成したことを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

【請求項 10】前記超電導コイルを酸化物超電導体から構成し、冷却する手段として液体窒素を用いることを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

2

【請求項 11】前記流体として空気あるいは窒素ガスを用いることを特徴とする請求項 3 に記載の磁気共鳴映像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超電導コイルとそれを冷却するための冷媒等を収納するための低温容器と、この低温容器を用いた磁気共鳴映像装置 (MRI) に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、磁気共鳴映像装置 (以下 MRI と称する) は、核磁気共鳴現象 (NMR 現象) を利用して被検体の断層像や血管像等を得る医療用画像診断装置であり、一様な静磁場中に置かれた被検体に RF コイルから RF 磁場を印加し、被検体内から発生する微小の NMR 信号を受信して疾患の状態をコンピュータによる画像処理で見ることができる。

【0003】RF コイルは、原子核の励起のために被検体に高周波の磁場を照射するための照射用のアンテナと、再放出されてくる NMR 信号検出用のアンテナの機能を有しており、従来この RF (送受信) コイルは薄板の銅材で作られている。

【0004】ところで最近、検出感度を高めてより鮮明な画像を得るために銅材から成る RF コイルを超電導化することが考えられている。RF コイルを超電導コイルで形成した場合には、この超電導コイルを超電導状態で収納しておくための低温容器が必要となる。

【0005】図 9 に超電導コイルの収納に用いられる一般的な断熱箱型の低温容器を示す。薄く形成された超電導コイル 1 は磁場の影響を受けない非金属材料である発泡スチロール材で構成された容器 20 の中に設置され、液体窒素などの冷媒 2 により冷却される。蓋 10 も同じように発泡スチロール材で構成され、蓋 10 の上面は被検体の横たわるベッドを兼ねているため曲面形状として構成され、しかもより鮮明な画像を得るために超電導コイル 1 と被検体との距離が短くなるように極力薄く構成されている。また、検査時間を確保するため容器 20 の中央には液体窒素などの冷媒 2 の貯液空間 8 が設けられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の断熱箱型の低温容器では、超電導コイルを冷却するための冷媒の注入時等の急激な温度変化により、低温容器に熱応力が作用して亀裂などが発生し、冷媒が漏れたりして信頼性に欠ける不具合があった。また、MRI の鮮明な画像を得るために超電導コイルと被検体 (患者) との距離が短くなるように低温容器の蓋を極力薄く構成しているため、冷媒の注入後しばらくすると表面温度が低下し、水滴、霜が発生して検査時間を確保できない (被検体が耐えられなくなる) 状態になり、最悪被検体が凍傷になる危険性が

10

20

30

40

50

あった。

【0007】反面、十分な断熱距離を取るためには超電導コイルと被検体との距離が長くなり、画像性能が低下してしまうことになった。その他、冷媒の出入口を設けるとやはり水滴、霜が発生して設置環境上問題があるため最初の貯液量で検査時間が決まってしまうなど取扱いが不便であった。

【0008】本発明は上記課題を解決する目的でなされ、表面温度を所定温度範囲に保持可能な低温容器を提供することを第1の目的としている。また冷媒が漏れる危険性がなく、信頼性の高い低温容器を提供することを他の目的としている。また磁場中で使用可能のように非金属製で構成される低温容器を提供することを他の目的としている。

【0009】また本発明は、被検体に接する容器の表面温度を所定温度範囲に保持して被検体に悪影響を与えない磁気共鳴映像装置を提供することを目的としている。また、鮮明な画像を得ることのできる磁気共鳴映像装置を提供することを他の目的としている。

【0010】またこの低温容器をMRI（磁気共鳴映像装置）に好適な容器とするために被検体界面は水滴、霜が発生することなく、極薄構造で画像性能を向上させることができるほか取扱いを容易とし、設置環境上問題のない低温容器を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するために本発明は、超電導機器およびこの超電導機器を冷却する冷媒を収容するための内側容器と、この内側容器と微小空間を隔てて該内側容器を覆うように設けられた外側容器と、前記微小空間に所定温度範囲の流体を流通させ、前記外側容器の表面温度を所定の温度範囲に保持するための流体供給手段とを備えたことを特徴とする低温容器を提供する。

【0012】また、前記流体供給手段は、前記流体の温度および流量を制御可能に構成されていることを特徴とする。このように構成された低温容器によれば流体を微小空間に流通させて表面温度を所定温度範囲に保持することが可能となる。

【0013】また本発明は、一様な静磁場中に置かれた被検体に高周波磁場および勾配磁場を所定のパルスシーケンスにしたがって印加し、前記被検体からの磁気共鳴信号を検出して映像化する磁気共鳴映像装置において、前記高周波磁場を印加するための超電導コイルおよびこの超電導コイルを冷却する手段を収容するための内側容器と、この内側容器と微小空間を隔てて該内側容器を覆うように設けられた外側容器と、前記微小空間に所定温度範囲の流体を流通させ、前記外側容器の表面温度を所定の温度範囲に保持するための流体供給手段とを備えたことを特徴とする磁気共鳴映像装置を提供する。

【0014】このように構成された磁気共鳴映像装置

は、被検体に接する容器の表面温度を所定温度範囲（常温）に保持して被検体に悪影響を与えることがない。また、前記内側容器および外側容器は非金属材料から構成されていることを特徴としている。

【0015】また、前記流体供給手段は、前記流体の温度および流量を制御可能に構成されていることを特徴とする。また、前記内側容器を繊維強化プラスチックで一体成形して構成したことを特徴としている。

【0016】また、前記超電導コイルの冷却手段として冷媒を用い、この冷媒の供給および回収手段を設けたことを特徴としている。また、前記冷媒の供給および回収手段は、三重同心管状に形成され、最内管は前記内側容器内部に形成された前記冷媒のガス空間に接続して冷媒入口、その外側の管は前記冷媒ガス空間に接続して冷媒出口、最外管は前記微小空間に接続して流体の排出口としてそれぞれ構成したことを特徴としている。

【0017】また、前記微小空間の大気側面は熱伝達を促進するような凹凸形状に形成し、反対側面は滑らかに形成したことを特徴としている。また、容器部分及び固定ねじなどFRP（繊維強化プラスチック）を主体とした非金属材料で構成し、冷媒を保持する最内側を均一な薄板のFRP材による一体成形とし、その外側をポリウレタンなどの断熱材で囲み、さらにその外側に微小空間を設け、最外壁はFRP板による構成とする。

【0018】また、特に被検体界面側は冷媒に接する内側及び最外壁ともに均一な薄板のFRP材による曲面を持つ一体成形とし、その薄板間には微小空間を設けるとともに最小限の断熱支持柱を挟んで接合し、極薄の積層構造としている。さらに前記微小空間は空気または窒素ガス等の流体が適切な流量配分で流れる通路面積と長さを有し、出入口に接続している。また、この空間の大気側面は熱伝達を促進するような凹凸にし、逆に冷媒側の面は滑らかにしている。その他、冷媒の出入口は蓋の最内側面に微小な冷媒ガス空間ができる位置で容器側面に配置し、冷媒入口を最内管、その外側が冷媒出口管、最外部が前記微小空間を流れてきた空気または窒素ガス等の流体の出口通路となる三重同心構造としている。しかも、前記微小空間に流す流体の入口には温度と流量を制御できる供給システムを接続し、冷媒の出入口も供給量制御システム及び回収システムを接続していることを特徴としている。

【0019】このような構成によれば、容器部分及び固定ねじなどFRP（繊維強化プラスチック）を主体とした非金属材料で構成し、冷媒を保持する最内側を均一な薄板のFRP材による一体成形としたことで応力集中しにくい構造となり、急激な温度変化による熱応力は緩和され冷媒（液体窒素等）が漏れる危険性がなく、磁場中で使用可能な完全非金属製となる。また、被検体界面側は冷媒に接する内側及び最外壁ともに均一な薄板のFRP材による曲面を持つ一体成形とし、その薄板間には微

5

小空間を設けるとともに最小限の断熱支持柱を挟んで接合し、極薄の積層構造とし、さらに前記微小空間は空気または窒素ガス等の流体が適切な流量配分で流れる通路面積と長さを有し、出入口に接続しており、この空間の大気側面は熱伝達を促進するような凹凸にし、逆に冷媒側の面は滑らかにしているため冷媒の冷熱は前記微小空間を流れる温度、流量が制御された流体に伝わり、そのまま出口から放出され、蓋表面はさほど温度低下することがなく、水滴、霜も発生せず、かつ極薄構造を可能とし、画像性能を向上させることができる。

【0020】その他、冷媒の出入口は蓋の最内側面に微小な冷媒ガス空間ができる位置で容器側面に配置され、冷媒入口を最内管、その外側が冷媒出口管、最外部が前記微小空間を流れてきた流体の出口通路となる三重同心構造とし、しかも、前記微小空間に流す流体の入口には温度と流量を制御できる供給システムを接続し、冷媒の出入口も供給量制御システム及び回収システムを接続しているため容器部分を含めどこにも水滴、霜が発生しない安全で設置環境上問題のない、連続的検査を可能とする取扱いの容易なシステムを構築している。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示の代表的な実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態の一例に係り、低温容器の本体部を示す構造モデル断面図、図2は、その低温容器の冷媒出入口部分の詳細図である。また図3は、低温容器および低温容器へ冷媒を供給するシステムを含めた低温容器全体システム系統図である。

【0022】これらの図に示すように、本発明の低温容器の本体部は、大きく別けて容器20と蓋10とから構成されている。容器20内には、薄いテープ状の酸化物超電導コイル1が収納設置され、この超電導コイル1は同様に容器20内に収容された液体窒素などの冷媒2により冷却されている。この容器20は、冷媒2を保持する内槽（最内側の薄板）21が繊維強化プラスチック（以下FRPと称す）材により熱的局部応力集中を緩和するために一体成形されており、この内槽21の外側をポリウレタン等の断熱材22で囲み、さらにその外側に隙間を設けて微小空間23を形成し、最外壁24はFRP材の板を組合わせて接着した構成としている。

【0023】なお、容器20には後述する通りの流体供給口16および、冷媒の出入口17が形成されている。蓋側10は内側板11および最外壁板12の双方がそれぞれ薄板のFRP材を一体成形することにより構成され、その内側板11と最外壁板12の間には隙間を設けて微小空間13を形成すると共にFRP材から成る断熱支持柱14を挟んで接着し、薄板-空間-薄板の積層構造としている。断熱支持柱14は被検体の荷重に耐えられる必要最低限の数だけ設けられている。

【0024】また蓋10部分は、本発明の低温容器をM

6

RIに適用した場合にMRIの分解能を向上させるために、蓋10の表面に接する被検体と容器20内に収納される超電導コイル1とを可能な限り接近させる必要があるため、上記積層構造は6mm以下程度として超電導コイル1と被検体との距離を6mm程度に保持する構造としている。

【0025】なお、蓋10の表面は被検体に接するため被検体に合わせた曲面を有する形状に成形されている。そして、蓋10と容器20とをシリコン-ゴムパッキンを挟んでFRP材から成る固定ねじ30により密閉して固定する構造としている。このように、蓋10と容器20とを着脱可能に構成しているのは、内部に収納した超電導コイル1の保守点検を容易とするために容器20側と蓋10側とに容易に分離可能とするためである。

【0026】また、蓋10側の微小空間13においては、この微小空間13の大気側面12bは熱伝達を促進するような凹凸を形成し、逆に冷媒2側の面11bは滑らかにしている。

【0027】なお、図4には蓋10の部分拡大図を示す。被検体が接触する最外壁板12の外側面12cは、被検体の一般的な体形に合わせて曲面に形成されている。最外壁板12の内側面12bは、流体15からの熱伝達を促進するため凹凸（例えば波状）に形成されている。内側板11の外側面11bは、冷媒2からの熱伝達を抑制するために滑らかに形成されている。

【0028】上記の通り蓋10の部分、容器20の部分、断熱支持柱14および固定ねじ30等の低温容器の構成部材をFRP（繊維強化プラスチック）を主体とした非金属材料で構成し、MRIの磁場の影響を受けないようにしている。

【0029】なお、容器20および蓋10に形成された微小空間23、13は冷媒2の冷熱により凝固しないように乾いた空気または窒素ガス等の流体15が適切な流量配分で流れる通路面積と長さを有し、流体供給口16および冷媒の出入口部17に接続している。つまり流体供給口16から微小空間13、23内に、乾いた空気または窒素ガス等の流体15を供給し、微小空間13、23内を通流（循環）した流体15は冷媒の出入口部17から外部に排出される。冷媒の出入口部17は後述するように3重管構造を成し、冷媒2の出入口であると共に流体15の出口を兼用した構成である。

【0030】この時の流体15の温度は常温程度以上の高温とし、蓋10の上面温度を常温近傍に保ち、被検体（患者）が裸で長時間にわたって蓋10の上に横たわることが可能な断熱方式を採用している。

【0031】本発明者等は、蓋10の部分を上記の通り内側板11を2mm、最外壁板12を2mm、微小空間13を2mmの厚さとして各々構成し、また容器20内に収容した液体窒素と内側板11との間の距離を0.5mmになるように液体窒素を収容し、次の通りの実験を

7

試みた。

【0032】まず本発明の実施例として、微小空間13に流体15として温度45℃に保持した乾いた空気を45m³/hの流量で送風した。この状態で蓋10の表面温度分布を赤外線映像装置による全体表面温度分布と熱電対による20箇所の定点測定により測定したところ、表面温度は20℃～30℃の温度分布を示した。

【0033】一方、比較例として微小空間13に流体15を流さない場合には、蓋10の表面温度は同様の測定結果により9℃～72℃の温度分布を示した。なお、この時の液体窒素の蒸発量から熱侵入量を推測すると、比較例における流体15を流さない場合には約35W、また本発明実施例における45℃の空気を流した場合には54W程度と推測でき、温度の高い流体15を循環させるのは熱侵入の観点からは明らかに不利であるが、この低温容器をMRI等に適用し、例えば被検体（患者）が蓋10の上に横たわる場合を想定すると、蓋10の表面温度分布が上記の通り20℃～30℃の温度分布であれば、被検体が長時間にわたって裸で横たわる場合にも十分対応できる。

【0034】もちろん上記に示した流体15の温度、流量等は一例であり、この値に限定されるものではなく、蓋10に必要な温度分布が得られるように適宜設定されるものである。

【0035】なお、容器20側に形成された微小空間23においては、流体15を供給しても蓋10の表面温度に直接影響を与えないので、この微小空間23を設けなくとも本発明の低温容器が実現されるのは明白である。

【0036】なお、上記実施例の通り容器20側にも微小空間23を設け、極微量の流体15を流すように構成した理由は、万一液体窒素が洩れたときのドレン口25を容器20の最下部に設け、安全対策を施したためである。なお、容器20側に形成された微小空間23に流す流体15の量は蓋10側に形成された微小空間13に流す流体15の量と比較すると格段に少なくても良い。

【0037】次に、冷媒の出入口部17の構造について説明する。図2に示すように冷媒の出入口部17は3重管構造となっている。この3重管構造は、前述した通りに冷媒2の出入口であると共に流体15の出口を兼用した構成である。

【0038】つまり、冷媒入口4、および冷媒出口5は蓋10の最内側面に微小な冷媒2のガス空間3ができる位置で容器20側面に配置され、冷媒入口4を最内管、その外側の管が冷媒出口5、最外部の管が前述した微小空間13、23を循環してきた流体15の出口19通路となる三重管同心構造である。しかも、前記微小空間13、23に流体を供給するための流体供給口16には温度と流量とを制御するためにヒータおよび送風機等から構成される流体供給システム18を接続し、冷媒の出入口4、5には冷媒供給量制御システム6および回収シ

8

テム7を接続している。回収システム7は、冷媒2として液体窒素等を用いた場合に、MRIを病院に設置した場合を想定すると窒素ガスを一旦回収した方が望ましいとの配慮に基づいて設けている。

【0039】次に図5を参照して、本発明の低温容器に係る他の実施の形態について説明する。図5は、MRIに適用するのに特に適した低温容器の例である。

【0040】図5に示した低温容器が図1に示した低温容器と異なる部分は、蓋10を構成し、被検体と接する最外壁板をシリコン系ゴムやフッ素系ゴム等の柔軟なゴムで形成した最外壁マット12aとした点にある。

【0041】図1に示した低温容器では、蓋10を構成する内側板11と最外壁板12の双方を薄板のFRP材で一体成形し、最外壁板12の表面は被検体に接するため被検体に合わせた曲面を有する形状に成形されていた。この曲面形状は被検体の標準的な体格に合わせて形成されているが、被検体はその身長、胸囲、体重等の体格による固体差（個人差）が大きく、全ての被検体にフィットするような形状に成形することは困難な場合が多い。

【0042】したがって、特に本発明の低温容器をMRIに適用して多数の被検体を無差別に検査するような場合には、図5に示すように最外壁マット12aをフッ素系ゴムやシリコン系ゴム等の柔軟で耐久性に優れたゴムを用いて構成し、どのような被検体の形状にもフィットするように構成する。このように構成することにより被検体の体格の個人差（形状差）をカバーし、被検体に不快感を与えず優しい診断を行うことが可能となる。

【0043】次に図6を参照して、本発明の低温容器に係る他の実施の形態について説明する。図6もMRIに適用するのに特に適した低温容器の例であり、図5に示した低温容器の変形例に相当する。この例では図5に示した蓋10を構成する最外壁マット12aの形状を工夫し、被検体を包み込むことが可能なように筒状に形成した最外壁マット12cとしている。また、図1および図5に示した例で、所定温度、所定流量の流体15を微小空間23、13に流していたが、この図6に示した例では、被検体に近い側の微小空間13を設けずに、内側板11の上に直接的に筒状に形成された最外壁マット12cを載置し、この最外壁マット12c内に流体15を循環させるための流体供給口12dと流路を形成している。また、図6に示した例では微小空間23に流体15を供給しているが、この微小空間23を省略して供給は行わないように構成しても良い。なお、図6では最外壁マット12cを組込んだ低温容器全体を示している。

【0044】この筒状に形成された最外壁マット12cも、フッ素系ゴムやシリコン系ゴム等の柔軟で耐久性に優れたゴムを用いて構成したり、またキルティング等を実施したエアーマット等を用いて構成し、どのような被検体の形状にもフィットするように構成する。なお、最外

壁マツト12cを筒状に形成して被検体を筒内部に収容して検査を行うようにしているため、被検体を動かさないように固定する効果も有している。

【0045】なお、筒状に形成された最外壁マツト12c内に流体15を通流させる場合には多少圧力を加えて通流させることが望ましく、また最外壁マツト12cの容器20側は極力薄く構成することが望ましい。

【0046】次に、上記に説明した本発明の低温容器をMRIに適用した場合の発明について図7を参照して説明する。図7は、オープンタイプ（解放型）のMRIが示されている。このMRIには、周知の通り複数のコイルが用いられているが、大きく分けて本体に設けられ磁場を印加するコイル40と、被検体が横たわる寝台（ベッド）42に設けられるRFコイルである超電導コイル1とから構成されており、RFコイルである超電導コイル1は、前述した低温容器に収納されている薄型の超電導コイル1に相当する。

【0047】磁場を印加するコイル40は、従来と同様に一様な静磁場を印加するための主コイル、磁場の乱れを補正するための補正コイルおよび勾配（傾斜）磁場を印加するための傾斜磁場コイル等から成り、このオープンタイプMRIは、主コイルが解放型に構成され、被検体を解放空間に位置させることができることから被検体への圧迫感を抑制する構成となっている。

【0048】RFコイルは超電導コイル1として構成され、原子核の励起のために被検体に高周波の磁場（高周波磁場）を照射するための照射用のアンテナと、再放出されてくるNMR信号検出用のアンテナの機能を有している。この超電導コイル1は前述した本発明の低温容器に収納され、被検体の横たわる寝台（ベッド）42に設けられており、このRFコイルである超電導コイル1は、磁場を印加するコイル40の磁場中に置かれて使用される。

【0049】MRIには、上記の磁場を印加するコイル40とRFコイルである超電導コイル1に加えて図示は省略するが、コンピュータ制御システムが設けられており、このコンピュータ制御システムは、例えばCPU、アレイプロセッサ、HDD（磁気ディスク装置）等を備えることにより、撮影条件の設定、画像再構成、画像表示、画像処理、フィルミング、画像データの保存等のMRIシステム操作に係わる全ての処理を制御するように構成されている。

【0050】上記構成のMRI（磁気共鳴イメージング診断装置）に用いられる送受信（RF）超電導コイル1用の低温容器として上記した本発明の低温容器を用いた場合においては、容器側20は冷媒2を保持する内槽（最内側の薄板）21を均一厚なFRP材による一体成形としたことで応力集中しにくい構造となり、急激な温度変化による熱応力は緩和され液体窒素などの冷媒2が漏れる危険性がなく、また全てFRP（繊維強化プラス

チック）を主体とした非金属材料で構成されているためMRIの磁場中で使用可能となる。

【0051】また、蓋10側および容器20側に設けた微小空間13、23には、流体供給口16から空気または窒素ガス等の流体15が適切な流量配分で流れるため、冷媒2の冷熱はこの流体15に伝わり、そのまま出口19から放出され、蓋10表面はさほど温度低下することがなく、水滴、霜も発生せず、かつ極薄構造を可能とし、MRIの画像性能を向上させることができる。

【0052】その他、冷媒入口4を最内管、その外側の管が冷媒出口5、最外部が微小空間13、23を流れてきた流体15の出口19通路となる三重同心管構造としている。しかも、微小空間13、23に流す流体供給口16には温度と流量とを制御できる供給システム18を接続し、冷媒の出入口4、5には供給量制御システム6および回収システム7を接続している。したがって、容器部分を含めどこにも水滴、霜が発生しない安全で設置環境上問題がなく、連続的検査を可能とする取扱いの容易なシステムを構築している。

【0053】なお、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して適用することができる。例えば頭部などの自在な断面像を得るためには図8に示すような円筒形断熱容器として本発明の低温容器を構成することも可能である。この場合は、内円筒側が被検体に接触する界面となり、冷媒2を保持する内側11及び最外壁12ともに均一な薄板のFRP材による円筒状の一体成形とし、その薄板間には微小空間13を設けるとともに最小限の断熱支持柱14を挟んで接合し、極薄の積層構造としている。また、空気または窒素ガス等の流体15は内側微小空間13を循環し、端部で折り返して外側微小空間23を通過して上部出口17から放出されるため、前記実施例と同様の作用、効果が得られる。

【0054】また、上記発明の実施の形態においては、超電導コイル1として薄いテープ状の酸化物超電導コイルを用いていたが、テープ状に限定されるものではなく、また酸化物超電導に限定されるものでも無い。また酸化物超電導コイルを用いた関係で冷媒2としては液体窒素を用いたが、従来からの化合物超電導体等を用いれば液体ヘリウムを使用する必要がある。また、超電導コイル1を冷媒2中に収容して浸漬冷却する基本的な冷却方法の他に、液体冷媒2を全く使用せずに超電導コイル1を冷凍機を用いて直接的に冷却することも可能である。この場合には超電導コイル1に例えば小型のGM冷凍機などから冷媒ガスを供給し、冷媒ガスを用水で間接的に超電導コイルを冷却する構成を採用できる。

【0055】また、本発明の低温容器は上記に具体的に説明したMRIに適用できる他に、種々の超電導機器に応用できる。例えば、クリーンルーム内で半導体ウェハ等を搬送するために酸化物超電導体のピン止め効果を利

用した浮上式の搬送装置等に適用すれば、搬送装置に水滴、霜も発生せず薄型のシステムを構成できる。

【0056】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように本発明によれば、低温容器の表面温度を所定温度範囲に制御できるので、磁気共鳴映像装置に用いた場合にも被検体に不快感を与えることがない。

【0057】さらに低温容器の表面温度が低下することがないので、水滴、霜も発生せず、安全で設置環境上問題のないシステムを構築できる。また極薄構造が可能となるので、磁気共鳴映像装置の画質を向上させることが可能となる。

【0058】また、応力集中しにくい構造で、急激な温度変化による熱応力は緩和され冷媒が漏れる危険性がなく、また非金属材料で構成した場合には磁気共鳴映像装置の磁場中で使用可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る低温容器の本体部を示す構造モデル断面図。

【図2】 図1に示した本発明の低温容器の冷媒出入口部分の詳細図。

【図3】 本発明に係る低温容器全体のシステム系統図。

【図4】 本発明の低温容器の蓋の部分拡大図。

【図5】 本発明の他の実施の形態に係る低温容器の本体部を示す構造モデル断面図。

【図6】 本発明の他の実施の形態に係る低温容器の本体部を示す構造モデル断面図。

【図7】 本発明の磁気共鳴映像装置を示す概略全体 * 図。

* 図。

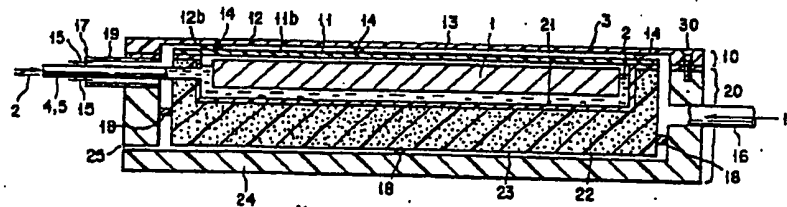
【図8】 本発明の他の実施例に係る円筒形の低温容器を示す断面図。

【図9】 従来の代表的な低温断熱箱型容器を示す断面図。

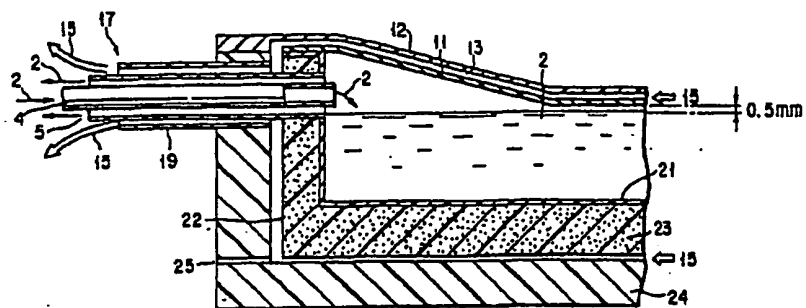
【符号の説明】

- 1 超電導コイル (超電導機器)
- 2 冷媒
- 3 冷媒ガス空間
- 4 冷媒入口
- 5 冷媒出口
- 6 供給量制御システム
- 7 回収システム
- 10 蓋
- 11 内側板 (内側容器)
- 12 最外壁板 (外側容器)
- 13 微小空間
- 14 断熱支持柱
- 15 ガス
- 16 ガス供給口
- 17 冷媒の出入口
- 18 ガス供給システム (ガス供給手段)
- 20 容器
- 21 内槽 (内側容器)
- 22 断熱材
- 23 微小空間
- 24 最外壁 (外側容器)
- 40 磁場を印加するコイル
- 42 寝台

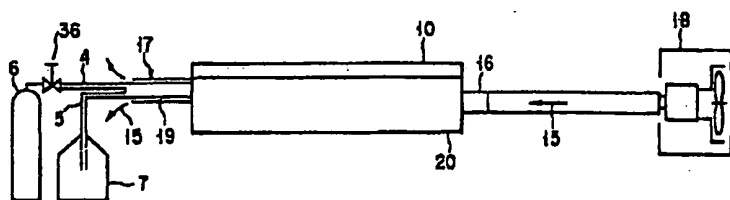
【図1】



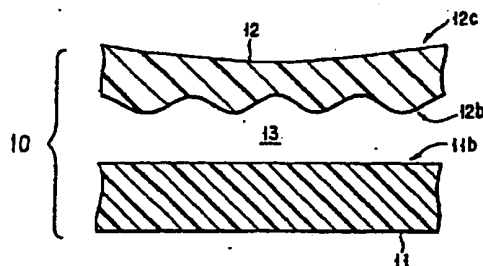
【図 2】



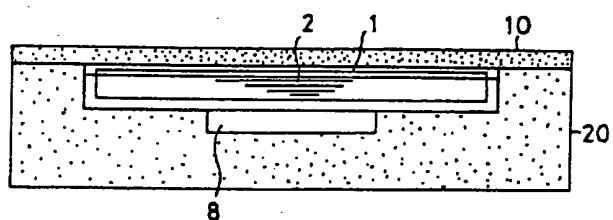
【図 3】



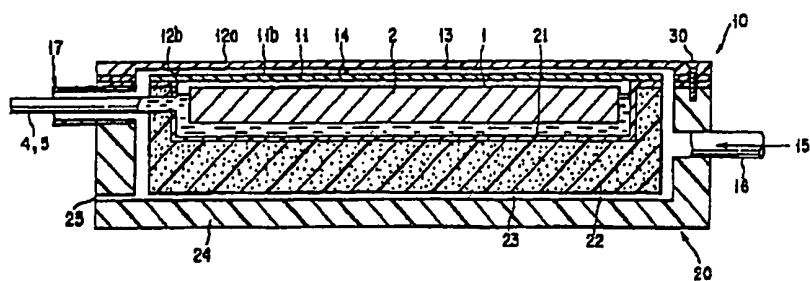
【図 4】



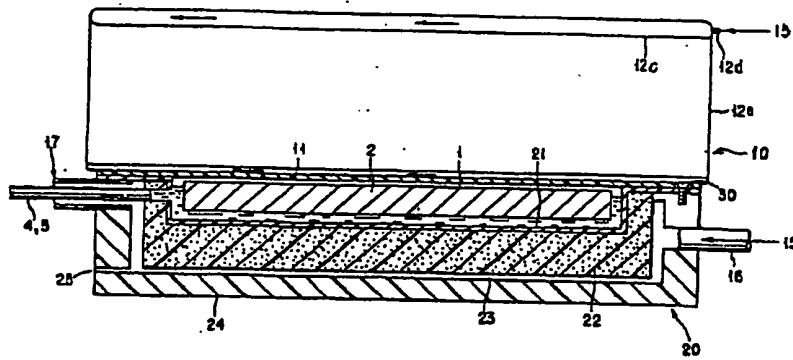
【図 9】



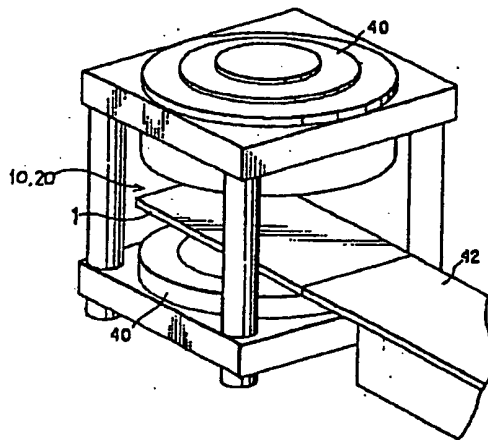
【図 5】



【圖 6】



【圖 7】



【圖8】

